

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-213387

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/84

(21)Application number : 10-008866

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 20.01.1998

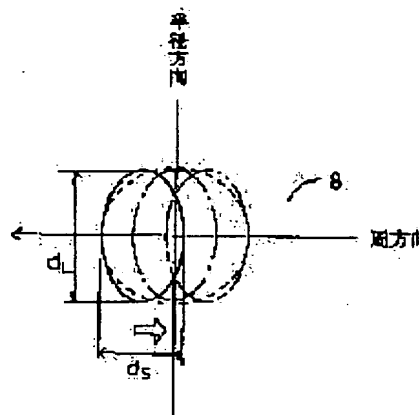
(72)Inventor : IMAMURA SEIJI

## (54) PRODUCTION OF MAGNETIC RECORDING MEDIUM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the variance in height of a bump and to shorten the processing time in a texture processing where pulse laser light obtained from continuously oscillated laser light is used to form the bump on a glass substrate.

SOLUTION: At the time of irradiating a glass substrate 8 with a converged light spot, the irradiation section of the converged light spot is preliminarily formed in an ellipse, and its minor diameter  $d_s$  is set in the peripheral direction of the glass substrate 8. The converged light spot is scanned relatively in the direction of the minor diameter from the irradiation start point shown by a solid line to the irradiation end point shown by the double dotted chain line through the irradiation halfway point shown by the alternate short and long dash line. As the result, the irradiated area is approximately circular to form a false circle-shaped conic bump. The pulse width and the ellipticity are optimized without increasing the power density of laser, thereby realizing a prescribed bump height and forming a bump plane into a circle regardless of the increase of the relative rotation speed of the substrate 8.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

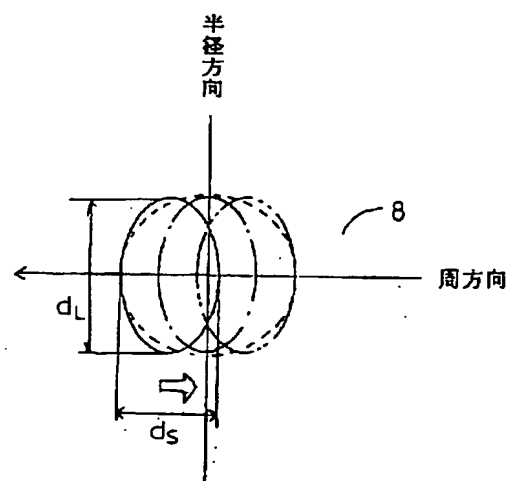
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 連続発振型のレーザー光を電気光学変調でパルス化し、そのパルス・レーザービームを相対的に回転するガラス基板の表面に集光スポット照射してバンプを形成するテクスチャー加工工程を含む磁気記録媒体の製造方法において、前記集光スポットの照射断面は前記ガラス基板の周方向に短径を揃えた長円形状であることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記長円形状の長径と短径の差が前記パルス・レーザービームのパルス幅と前記ガラス基板の照射点での相対的周速度の積に略等しい関係にあることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 において、前記集光スポットは電気光学変調器の後段にて平行ビーム断面変形光学系を用いて形成されることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記平行ビーム断面変形光学系はシリンドリカルレンズ光学系であることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク等の磁気記録媒体の製造方法に関し、特に、媒体表面に凹凸面を反映させるためのレーザービームを用いたテクスチャー加工工程に関する。

## 【0002】

【従来の技術】固定磁気ディスク装置においては、ディスク停止時には磁気ヘッドスライダーがディスク内周側の CSS (コンタクト・スタート・ストップ) 領域で接触状態にあり、稼動時にのみ磁気ヘッドスライダーが空気膜の作用で表面から僅かに浮上して、ディスク外周側のデータ領域で情報の読み取り動作又は書込み動作を行う CSS 方式が主として採用されている。CSS 領域ではヘッド接触摺動-ヘッド浮上-ヘッド接触摺動が繰り返して行われるため、記録密度の向上を図るにはディスクの高速回転化とヘッド浮上高さの低減化が必要であることから、摺動の耐久性や安定性が要求されている。これらの要求を満たすには、ディスク表面の保護膜、潤滑膜の特性と並んで、ディスク表面の粗面化による摩擦係数の低減化を求められる。

【0003】このディスク表面の粗面化処理はテクスチャー加工 (テクスチャリング) と呼ばれ、基板表面に所定の凹凸形状を付与するものである。磁気ディスクには一般的にアルミニウム基板が用いられているが、近年では、平坦度、剛性等に優れているガラス基板も用いられるようになってきている。アルミニウム基板の場合、テクスチャー加工方法としては機械的研磨が主流であるが、ガラス基板の場合、リソグラフィ、印刷技術を用いたエッチング、或いはフィルムテクスチャーと呼ばれるス

ッタ技術などが知られている。

【0004】更に昨今では、上述の湿式或いは複雑工程プロセスを経ないでテクスチャー加工が可能な乾式テクスチャーが主流を占めるようになって来た。即ち、この乾式テクスチャー加工はレーザービームを集光して微小スポットを基板表面にパルス照射し、溶解凝固させて凹凸部 (バンプ) を生成するものである。基板の表面材質に合わせてレーザー種、波長、レーザー出力などを選定することで所定のバンプ形状を得ることが可能である。

【0005】このレーザー・テクスチャー加工は、NiP メッキ被膜付アルミニウム基板には、ごく一般に用いられる技術となっており、様々なバンプ形状を得ることができる。図 7 (a) ~ (d) はそれぞれ異なるバンプ形状の断面を示す拡大断面図である。これらのバンプ形状はレーザーのエネルギー密度 (又はパワー密度)、レーザーのパルス幅や波長、基板とレーザービームとの相対速度などの組み合わせにより決定できる。

【0006】例えば、NiP メッキ被覆付きアルミニウム基板の場合、バンプを形成する加工条件としては、レーザー種は Nd:YVO<sub>4</sub> レーザーの Q スイッチパルス発振型で、波長は 1.06 μm、パルス幅は 20~150 nsec (~350 nsec)、レーザービームの集光スポット径は 10~30 μm、レーザーのパルスエネルギーは 1~10 μJ/p、パルス繰り返し周波数 10~100 KHz の範囲で、バンプ径 φ (図 7 (a) の場合は突起頂点間の距離、図 7 (b) ~ (d) については最外周の突起頂点間の距離) は 5~25 μm で、バンプ高さ h (図 7 (a) の場合は基板表面と突起頂点との距離、図 7 (b) ~ (d) については基板表面と最高突起頂点との距離) は 70~1000 Å のバンプが通常形成される。

【0007】ところが、近年、高記録密度・高信頼性の要求が高まるにつれ、これらのバンプを形成する場合、例えばバンプ高さ h のバラツキに対する精度要求がますます高まっている。このバンプ高さ h のバラツキは、レーザー照射側ではレーザーの出力のバラツキ、基板側では表面性状 (面粗さ、NiP メッキ被膜の成分濃度、表面酸化度) などの微妙な違いによって起こる。

【0008】通常、上述の Q スイッチパルス発振型のレーザー (Nd:YVO<sub>4</sub> レーザー、Nd:YAG レーザー、Nd:YLF レーザーなどの固体レーザー) から射出するパルスレーザー出力のピーク値は 10 数 W から 100 W に及ぶものである。例えば、NiP メッキ被膜付アルミニウム基板の場合、バンプ径 φ は 10 μm、バンプ高さ 280 Å のバンプ形成を行うとき、レーザー出力エネルギー 3 μJ/p、パルス幅 150 nsec のパルスレーザー出力のピーク値は 20 W になる。この場合のレーザー照射パワー密度は  $2.7 \times 10^7$  W/cm<sup>2</sup> にもなる。バンプ (高さ 280 Å) の基板の CSS 領域上に形成する数は数万個~20 数万個にもなるが、バンプ高さ h のバラツキ ( $\sigma/h$ ,  $\sigma$  は標準偏差) は 4~5 % にもなる。Q スイッチパ

ルス発振型のレーザーの場合、平均レーザー出力は高性能タイプでも $\pm 1 \sim 3\%$ のバラツキ（24時間以上連続稼働時）がある。また、パンプ高さ $h$ の管理のため定期的なレーザーのメンテナンス、パンプの品質管理のための抜き取り検査の頻度数などを考えると、生産上のコストアップの要因の一つとなっている。

【0009】他方、ガラス基板へのレーザーテクスチャー方式には、ガラス基板上に薄膜（例えばNiPメッキ被膜）を付けておき、その被膜上にレーザーを照射してパンプを形成する方式（以下、レーザー薄膜付加方式という）と、ガラス基板に直接レーザーを照射してパンプを形成する方式（以下、レーザーダイレクト加工方式という）とがある。レーザー薄膜付加方式は従来のNiPメッキ被膜アルミ基板のパンプ形成方式にほとんど類似するため、技術的信頼性の点で有利となっている。また、レーザーダイレクト加工方式はレーザー薄膜付加方式に比べ工数低減の点で有利となっている。以下、レーザーダイレクト加工方式について説明する。

【0010】レーザーダイレクト加工方式に使用されるレーザーには、炭酸（CO<sub>2</sub>）レーザー、Nd:YAGレーザー/Nd:YVO<sub>4</sub>レーザー/Nd:YLFレーザーの第2高調波、第3高調波、第4高調波及びアルゴンレーザー、エキシマレーザーがある。ガラス基板の材質は上記レーザー光を吸収し易いように選定される。

【0011】特に、上記のCO<sub>2</sub>レーザー（波長10.6 $\mu\text{m}$ ）以外のレーザーはいずれも可視光レーザー、紫外線レーザーで、波長域0.532 $\mu\text{m}$ ～0.248 $\mu\text{m}$ にあり、この帯域にレーザー光を吸収し易いガラス基板が各メーカーから各種提供されている。

【0012】ところが、ガラス基板へのレーザーダイレクト加工方法は、NiPメッキ被膜付アルミニウム基板へのパンプ形成の場合に比べて、数倍から10数倍以上のレーザー出力エネルギーを必要とする。上述した第2高調波（波長0.532 $\mu\text{m}$ ）、第3高調波（波長0.355 $\mu\text{m}$ ）、第4高調波（波長0.266 $\mu\text{m}$ ）の場合、レーザー出力の安定確保が難しく、レーザー出力安定度は、（ $\pm 2 \sim 3\%$ ）～（ $\pm 10\text{数}\%$ ）と高次のレーザーになるほど悪化し、またパンプ高さ $h$ のバラツキは（ $\pm 5 \sim 7\%$ ）～（ $\pm 20\text{数}\%$ ）と大きくなる。

【0013】また、レーザーダイレクト加工方法において、例えばエキシマレーザーを用いる場合、産業用として利用できる放電励起レーザーはパルス発振寿命の点で問題がある。つまり、基板の片面だけでも数万個～20数万個のパンプを形成させるという観点からすれば産業用として対応することができない。ただ、エキシマレーザーのビーム断面形状が矩形大面積であるという利点を活かし、予めマスクに多数の孔を形成しておき、マスク投影法で一度に多数のパンプを形成するという方法も提案できる。しかし、矩形断面ビームのレーザー出力分布の均一性は技術的に克服されていないのが現状である。

【0014】CO<sub>2</sub>レーザーの場合、波長の長い近赤外線レーザー（波長10.6 $\mu\text{m}$ ）であることから、パンプの高密度化、低パンプ高さの要求により、集光スポット径を小さく絞る（ $\phi 10\mu\text{m}$ のパンプ径）ことは難しい。

【0015】ところで、ガラス基板へのレーザーダイレクト加工方式によるパンプの形成の場合、上述のQスイッチパルス発振型のレーザーでは、例えば、Nd:YAGレーザーの第2高調波、第3高調波、第4高調波でそれぞれパンプ形成すると、パンプ径 $\phi 10\mu\text{m}$ 、パンプ高さ100～300Åのコーン状（突起状）のパンプが形成できる。NiPメッキ被膜付アルミニウム基板の場合のような多種類のパンプ形状にはならず、コーン状パンプか、図7（a）に示す如くのV形穴状パンプである。通常は、加工条件の自由度や品質の点で、コーン状パンプが主流となっている。従って、以下ことわらない限り、パンプ形状はコーン状であるものとする。

【0016】レーザーダイレクト加工方法において、可視光レーザーであるArレーザー（波長0.515 $\mu\text{m}$ ）の場合、連続発振型のレーザービームをEOM（電気光学変調）のパルス変調器によりパルス化した後、そのパルスレーザー光をガラス基板に集光照射するものである。このEOM法では、パルス幅が数10nsec～0.999secまで任意に可変でき、パルス繰り返し周波数も1Hz～数10MHzまで可変できる。また、パンプ高さ $h$ のバラツキは、Qスイッチパルス発振型のレーザーに比べて、極めて小さくなる。連続発振型のレーザー出力安定度が $\pm 0.2\%$ レベルと極めて小さくできるからである。更に、このEOM法は高速パルス発振に匹敵するため、CSS領域の数万個～20数万個に及ぶパンプ数を形成するテクスチャー加工において加工時間の短縮化が実現できる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際、アルミニウム基板に対しては高速加工が可能であるものの、ガラス基板に対しては前述したようにレーザーの出力エネルギーがアルミニウム基板に比べて数倍から10数倍も必要となるので、高速加工が難しい。即ち、連続発振型のレーザー光から得たパルスレーザー光は出力のピーク値が高々2～3W程度に過ぎないため、実際に、パンプ形成に必要なレーザーの出力エネルギーを確保するためには、パルス幅としては数 $\mu\text{sec}$ ～30数 $\mu\text{sec}$ が必要で、Qスイッチパルスレーザーの場合のパルス幅（数10nsec～数100nsec）に比べ相当長いものとなる。現在の産業用の市販のArレーザーの場合、発振器レベルでの最高出力は5W程度であり、EOM変調器、パワーコントローラ、ミラー、集光レンズを通過する光路上で減衰するため、ガラス基板上に実質的に照射できる有効なレーザー出力は1～1.5Wにまで落ちてしまう。そのため、例えば、パンプ径 $\phi 3\mu\text{m}$ 、パンプ高さ280Åを形成する場合、その加工条件は、ピーク出力1W、パルス幅20 $\mu\text{sec}$ 、出力エネルギー20 $\mu\text{J}/\text{p}$ となる。

【0018】このように、パルス幅が長くなると、CSS領域へのテクスチャー加工時間が遅くなる。即ち、CSS領域へのパンプ形成法は、ガラス基板を回転させながらパルスレーザを集光照射するものであり、その回転速度が高速になると、レーザパルス幅内で基板表面が相対的に移動する距離が長くなるため、結果的に、楕円形状ないし長円形状の非対称パンプ形状が形成されることになるので、回転速度を高速化できず、従って、テクスチャー加工時間が遅くなる。例えば、基板の回転数を100 RPMとしたとき、基板（ディスク）中心から半径方向距離20mmの位置での相対移動距離は約4.2  $\mu\text{m}$  にもなる。ここで、パンプ形状が長円形であると、CSSの摩擦係数が増大してしまう。

【0019】そこで、上記問題点に鑑み、本発明の課題は、連続発振型のレーザ光から得たパルスレーザ光を用いてガラス基板にパンプを形成するテクスチャー加工において、パンプ高さのバラツキが少なく、且つテクスチャー加工時間の短縮化を実現できる磁気記録媒体の製造方法を提供することにある。

#### 【0020】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の講じた手段は、連続発振型のレーザ光を電気光学変調でパルス化し、そのパルス・レーザビームを相対的に回転するガラス基板の表面に集光スポット照射してパンプを形成するテクスチャー加工工程を含む磁気記録媒体の製造方法において、上記集光スポットの照射断面は上記ガラス基板の周方向に短径を揃えた長円形状であることを特徴とする。

【0021】パルス幅内で基板が周方向へ相対的に移動するため、集光スポットが相対的に短径方向へ一時的に走査されることになるが、長円形状の集光スポットの照射断面の短径がガラス基板の周方向に揃っているため、その間、短径方向に集光スポットが引きずられるので、結果的に照射領域が略円形状となる。このため、この略円形状の照射領域を中心としてガラス材の融解凝固が促され、その故、擬似円形のコーン状パンプが形成される。レーザのパワー密度を増強せずに、パルス幅と長円率を最適化することにより、基板の相対回転を高速化しても、所定のパンプ高さとはパンプ平面形状の円形化を実現できる。テクスチャー加工時間の短縮化を達成でき、生産性の大幅向上を実現できる。

【0022】上記長円形状の長径と短径の差が上記パルス・レーザビームのパルス幅と上記ガラス基体の照射点での相対的周速度の積に略等しい関係を持たせた場合、集光スポットの照射領域をより擬似円形状に近づけることができるため、パンプ平面形状の円形化が容易となる。

【0023】この照射断面長円形の集光スポットを得るには、電気光学変調器の後段に平行ビーム断面変形光学系を用いることが好ましい。非点収差型の集光レンズ系

でも照射断面長円形の集光スポットを得ることができるものの、基板との距離や焦点距離の調整などが煩雑となる。平行ビーム断面変形光学系を用いると、集光レンズ系を変えずに済み、メンテナンスの容易化にも役立つ。

【0024】平行ビーム断面変形光学系としては、斜入射のブルズム系、トーリックレンズ系などを用いることができるものの、シリンダリカルレンズ光学系を用いることが好ましい。光学構成が簡単で、照射断面長円形の所望サイズの長径と短径を比較的容易に作成できる。

#### 【0025】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施形態に係る磁気記録媒体の製造方法に用いるレーザ加工装置を示すブロック図、図2(a)はそのレーザ加工装置におけるシリンダリカルレンズ光学系を示す平面図、図2(b)はそのシリンダリカルレンズ光学系を示す正面図である。

【0026】レーザ加工装置は、図1に示す如く、連続発振型のレーザ発振器（例えばArレーザ発振器）1と、これから射出したビーム断面円形状（直径D）の連続レーザビーム2aを通過させてレーザ出力を安定化させるパワースタビライザ3と、その連続通過ビーム2bを電気光学変調（EOM）により任意のパルス幅とパルス繰り返し周波数でパルス化するためのパルス変調器4と、そのパルスレーザ2cのビーム断面円形状を楕円形状ないし長円形状に変形させるためのシリンダリカルレンズ光学系5と、そのシリンダリカルレンズ光学系5の水平射出ビーム2dを垂直下方へ偏向するための反射板6と、その反射ビーム2eを集光して集光ビーム2fをスピンドルモータ9により回転されるディスク状のガラス基板8の表面にスポット照射する集光レンズ7とを有している。集光ビーム2fの照射断面はガラス基板8の周方向に短径を揃えた長円形状（楕円形状）となっている。従って、その長円形状の長径はガラス基板7の半径方向に揃っている。

【0027】本例のシリンダリカルレンズ光学系5は、図2に示す如く、入射側シリンダリカルレンズ（円柱レンズ） $L_1$ と、これと平行の射出側シリンダリカルレンズ $L_2$ とから成り、細い平行ビームを太い平行ビームに変換するX軸一次元のコリメータ（ビームエキスパンダ）であり、対物レンズたるレンズ $L_1$ とコリメータレンズたるレンズ $L_2$ 間では共心光線を形成するように、レンズ間距離をレンズ $L_1$ の焦点距離 $f_1$ とレンズ $L_2$ の焦点距離 $f_2$ との和に設定してある。入射ビーム2cのメリジオナル光線（主光線と光軸を含む平面内に含まれる光線）のビーム径についての拡張倍率は $f_2/f_1$ （ $>1$ ）であり、サジタル光線（主光線と光軸を含む平面に直交する平面内に含まれる光線）はシリンダリカルレンズの母線に揃っているため、その拡張倍率は1である。このため、射出ビーム2dのビーム断面は短径 $D_s$ （ $=D_0$ ）で長径 $D_l$ （ $=D_0 \cdot f_2/f_1$ ）の楕円形状

10

20

30

40

50

となる。

【0028】ここで、一般に、集光レンズ通過後において\*

$$d_0 = (K f \lambda) / D$$

なお、Kはマルチモード係数（レーザー発振器の固有の特性で決まる値）

Dは集光レンズに入射する前のレーザービームの直径

fは集光レンズの焦点距離

$\lambda$ はレーザー光の波長

この式から、レーザー光の集光スポット径 $d_0$ は入射レ※

$$d_s = (K f \lambda f_1) / (D_0 f_2)$$

$$d_L = (K f \lambda) / D_0$$

楕円形状の集光スポットの照射断面の短径 $d_s$ がガラス基板8の周方向に揃っているため、パルス幅 $t$ 内で基板8が周方向へ相対的に移動するので、図3に示す如く、その間、集光スポットが実線で示す照射開始時点から一点鎖線で示す照射途中時点を経て二点鎖線で示す照射終了時点にかけ相対的に短径方向へ一時的に走査されることになる。その間、短径方向に集光スポットが引きずら★

$$V t = d_L - d_s$$

ここで、 $V t$ は、相対的移動距離、即ち集光スポットの引きずり長さで、 $d_L - d_s$ は長径と短径の差である。

なお、周速度 $V$ はCSS領域（基板内周側領域）では略一定と見做すことができる。

【0031】集光スポットの引きずり長さが短径を超える場合は、照射開始時点の集光スポットと照射終了時点☆

$$d_L - d_s < d_s$$

従って、長円率（楕円率） $= f_2 / f_1$ を、1～2以内に抑えることも有効と言える。

【0033】また、レーザー光の集光スポットサイズのうち中心部のパワー密度が最大で、周辺部は低くなること30から、略円形状の照射領域のうち中心部のパワー密度をできるだけ強くすると、歪みの少ない真円状のコーン◆

$$d_L - d_s < d_s / 2$$

従って、長円率（楕円率） $= f_2 / f_1$ を、1～3/2以内に抑えることも有効と言える。

【0036】図4(a)はレーザー加工装置における別のシリンドリカルレンズ光学系を示す平面図、図4

(a)はそのシリンドリカルレンズ光学系を示す正面図である。

【0037】このシリンドリカルレンズ光学系は、Y軸40 1次元のコリメータ5aとX軸1次元のコリメータ5bとから成る。Y軸1次元のコリメータ5aは、入射側シリンドリカルレンズ $L_1$ とこれに平行の射出側シリンドリカルレンズ $L_2$ とから成り、レンズ $L_1$ とレンズ $L_2$ 間では共心光線を形成するように、レンズ間距離をレンズ $L_1$ の焦点距離 $f_1$ とレンズ $L_2$ の焦点距離 $f_2$ との和に設定してある。入射ビーム2cのメリジオナル光線のビーム径についての拡張倍率は $f_1 / f_2$ （ $< 1$ ）であり、サジタル光線の拡張倍率は1である。このため、Y軸1次元のコリメータ5aの射出ビームのビーム断面 50

\*て、レーザービームの集光スポット径 $d_0$ は次式で与えられる。

$$\dots (1)$$

※レーザー光の光束径Dに反比例する。従って、本例では、集光レンズ2eの入射ビーム2eの長径がガラス基板8の周接線方向に揃い、短径がガラス基板8の半径方向に揃うように設定されている。

【0029】この結果、ガラス基板8に照射する集光スポットの短径 $d_s$ と長径 $d_L$ は次式で与えられる。

$$\dots (2)$$

$$\dots (3)$$

★れるため、結果的に照射領域が略円形状となるので、この略円形状の照射領域を中心としてガラス材の融解凝固が促され、その故、擬似円形のコーン状パンプが形成される。

【0030】略円形状の照射領域を得るためには、ガラス基板8のスポット照射位置での相対的周速度を $V$ とすると、次式を満足させることが望ましい。

$$\dots (4)$$

20☆の集光スポットとが重ならなくなり、レーザーのパワー密度がガラス材に稠密に集中し難くなる。かかる場合、引きずり長さ $V t$ を短径未満に抑えることが必要となり、かかる場合、次式が成立する。

【0032】

$$\dots (5)$$

◆状パンプが得やすい。かかる場合、照射開始時点の集光スポットの中心部が照射終了時点の集光スポットの周辺に収まっていると、略円形状の照射領域の中心部のパワー密度を強くできる。

【0034】かかる場合、次式が成立する。

【0035】

$$\dots (6)$$

は、Y軸方向の短径 $D_s$ が $D_0 f_1 / f_2$ であり、X軸方向の長径 $D_L$ が $D_0$ である楕円形状となる。

【0038】また、X軸1次元のコリメータ5bは、Y軸1次元のコリメータ5aの射出側シリンドリカルレンズ $L_1$ と直交する入射側シリンドリカルレンズ $L_2$ と、これに平行の射出側シリンドリカルレンズ $L_3$ とから成り、レンズ $L_1$ とレンズ $L_3$ 間では共心光線を形成するように、レンズ間距離をレンズ $L_1$ の焦点距離 $f_1$ とレンズ $L_3$ の焦点距離 $f_3$ との和に設定してある。レンズ $L_2$ の入射ビームのメリジオナル光線のビーム径についての拡張倍率は $f_1 / f_3$ （ $> 1$ ）であり、サジタル光線の拡張倍率は1である。

【0039】この結果、X軸1次元のコリメータ5bからの射出ビーム2dのビーム断面は、Y軸方向の短径 $D_s'$ が $D_0 f_1 / f_3$ であり、X軸方向の長径 $D_L'$ が $D_0 f_1 / f_2$ である楕円形状となる。従って、この楕円形状の長円率は $f_2 / f_3$ である。このよう

なシリンドリカルレンズ光学系を用いると、短径と長径の両者のサイズを変形でき、最適長円径を選定し易い。

【0040】射出ビーム2dが反射板6で反射されて集光レンズ7を通過し、その集光束2fの集光スポットがガラス基板7に照射されるが、集光スポットの短径は基\*

$$d_s' = (K f \lambda f_s) / (D_o f_s) \quad \dots (7)$$

$$d_l' = (K f \lambda f_s) / (D_o f_l) \quad \dots (8)$$

前述したように、楕円形状の集光スポットの短径 $d_s'$ がガラス基板8の周方向に揃っているため、短径方向に集光スポットが引きずられても、結果的に略円形状の照射領域となるので、これを中心としてガラスの融解凝固が促され、擬似円形状のコーン状パンプが形成される。

【0042】図5は、EOM変調器でパルス化されたレーザーのパルス幅（1パルス当りの時間）と、このときに形成されるコーン状パンプ高さhとの関係を示すグラフである。

【0043】この図から判るように、パンプ高さhはレーザーパワー密度に依存しており、レーザー照射時間即ちパルス幅tが①プロットの5 $\mu$ sec以上になると、次第に単調増加で高く形成される。従って、パルス幅tで略一義的にパンプ高さhが決まることから、パンプ高さhのバラツキを抑えることができる。必要とされるパンプ高さhは④プロットの約280Åであり、最適なパルス幅tは20 $\mu$ secである。

【0044】図6はパルス幅を変えた場合の形成されるパンプ形状を示す平面図で、その(a)はシリンドリカルレンズ光学系5を用いない従来のレーザー照射法によるパンプ形状の推移を示し、その(b)はシリンドリカルレンズ光学系5を用いた本実施形態のレーザー照射法によるパンプ形状の推移を示す。

【0045】従来の照射法では、パルス幅tが①プロットの5 $\mu$ secから②プロットの9 $\mu$ secの間で、平面略円形状のパンプが形成されるものの、パンプ高さhは約50Å以下にとどまっているのに対し、パルス幅tが③プロットの15 $\mu$ sec以上になると、パンプ高さhは高くなるものの、パンプは周方向に延びた楕円又はトラック状の長円形状となっている。従って、従来の照射法では、パルス幅20 $\mu$ secでパンプ高さhが約280Åになるように、平面円形状のパンプを形成するには、ガラス基板の回転速度を落とし、低速に設定する必要がある、レーザーパワー密度を増強しない限り、ガラス基板の高速回転は原理的に不可能である。

【0046】他方、本例の照射法において、パルス幅tが①プロットの5 $\mu$ secから③プロットの15 $\mu$ secの間で、半径方向に集光スポット断面の長径が揃っており、そのパルス幅内では集光スポットの引きずり長さが足りないため、平面が略楕円形状のパンプが形成されると共に、未だレーザーパワー密度が低いので約150Å以下となるのに対し、パルス幅tが④プロットの20 $\mu$ sec付近では、引きずり長さは必要充分となり、平面略円形状のバ

\*板の周方向に揃っており、長径は半径方向に揃っている。

【0041】図4のシリンドリカルレンズ光学系によれば、ガラス基板8に照射する集光スポットの短径 $d_s'$ と長径 $d_l'$ は次式で与えられる。

ンブが形成されると共に、レーザーパワー密度も足りてパンプ高さhが約280Åとなる。従って、本照射法では、レーザーパワー密度を増強せずに、ガラス基板の高速回転が可能となる。

【0047】以下、具体的な数値を用いて説明する。CSS領域にパンプを形成する場合、ガラス基板の回転数100RPM、基板（ディスク）中心から半径20mmの位置での周速度125.6mm/sec、パルス幅t=20 $\mu$ secとすれば、相対移動距離（引きずり長さ）Vtは、約4.2 $\mu$ mである。例えば、従来の照射法によるパンプ形成の場合、停止時（非回転時）での1パルス当りのパンプ径が10 $\mu$ mであれば、回転数100RPMでの基板回転により形成されるパンプは、幅（短径）が10 $\mu$ mで、長さ（長径）が14.2 $\mu$ mの楕円形状となる。これに対し、本照射法において、シリンドリカルレンズ光学系5によって周方向に短径を揃えた長円形断面の集光スポットを照射する場合、停止時（非回転時）での1パルス当りのパンプ径の長径を10 $\mu$ mとし、その短径を5.8 $\mu$ mとすれば、幅が10 $\mu$ mで、長さが10 $\mu$ mの擬似円形状のパンプが形成される。

【0048】従来の照射法で例えば $\phi$ 10 $\mu$ mのパンプを形成する場合、基板回転数を大幅に低くして、例えば25RPMにすれば、引きずり長さVtは、約1.1 $\mu$ mと小さくなるので、略擬似円形状のパンプを形成できる。しかし、例えばCSS領域のトラック数を100とした場合、テクスチャー加工時間が約4分間となり、生産性に劣るが、本照射法を含む加工方法では、約1分間で済み、生産性を大幅に向上できる。特に、本例では生産性を高めるため、基板の回転速度を高速化できる。その際、長円率を回転速度に比例させて大きくすれば良い。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、集光スポットの照射断面を予めガラス基板の周方向に短径を揃えた長円形状とする点を特徴としているので、次のような効果を奏する。

【0050】① 長円形状の集光スポットの照射断面の短径がガラス基板の周方向に揃っているため、その間、短径方向に集光スポットが引きずられるので、結果的に照射領域が略円形状となる。このため、この略円形状の照射領域を中心としてガラス材の融解凝固が促され、その故、擬似円形のコーン状パンプが形成される。レーザーのパワー密度を増強せずに、パルス幅と長円率を最適化することにより、基板の相対回転を高速化しても、所



定のパンプ高さとパンプ平面形状の円形化を実現できる。テクスチャー加工時間の短縮化を達成でき、生産性の大幅向上を実現できる。

【0051】② 長円形状の長径と短径の差がパルス・レーザービームのパルス幅とガラス基体の照射点での相対的周速度の積に略等しい関係を持たせた場合、集光スポットの照射領域をより擬似円形に近づけることができるため、パンプ平面形状の円形化が容易となる。

【0052】③ 照射断面長円形の集光スポットを得るに、平行ビーム断面変形光学系を用いると、集光レンズ系を変えずに済み、メンテナンスの容易化に役立つ。

【0053】④ 平行ビーム断面変形光学系としてシリンドリカルレンズ光学系を用いる場合、光学構成が簡単で、照射断面長円形の所望サイズの長径と短径を比較的容易に作成できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る磁気記録媒体の製造方法に用いるレーザー加工装置を示すブロック図である。

【図2】(a)は図1に示すレーザー加工装置におけるシリンドリカルレンズ光学系を示す平面図、(b)はそのシリンドリカルレンズ光学系を示す正面図である。

【図3】本実施形態において、基板表面に対する集光スポットの照射過程を示す概念図である。

【図4】(a)は図1に示すレーザー加工装置における別のシリンドリカルレンズ光学系を示す平面図、(b)はそのシリンドリカルレンズ光学系を示す正面図である。

【図5】本実施形態において、EOMでパルス化された\*

\*パルスレーザーのパルス幅と、このときに形成されるコーン状パンプ高さとの関係を示すグラフである。

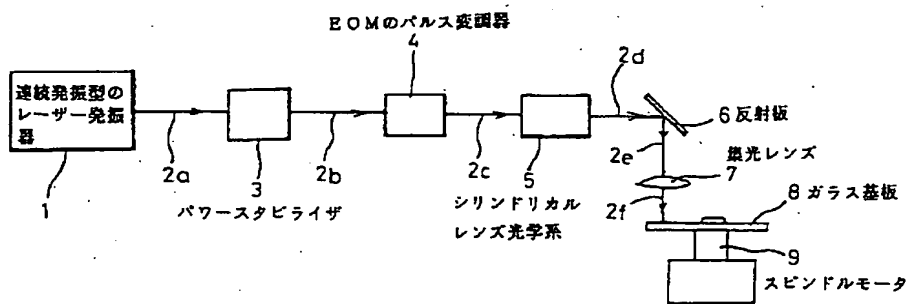
【図6】パルス幅を変えた場合の形成されるパンプ形状の推移を示す平面図で、その(a)はシリンドリカルレンズ光学系を用いない従来のレーザー照射法によるパンプ形状の推移を示し、その(b)はシリンドリカルレンズ光学系を用いた本実施形態のレーザー照射法によるパンプ形状の推移を示すものである。

【図7】(a)～(d)はNiPメッキ被膜付アルミニウム基板においてレーザー・テクスチャー加工により得られる様々なパンプ形状を示す拡大断面図である。

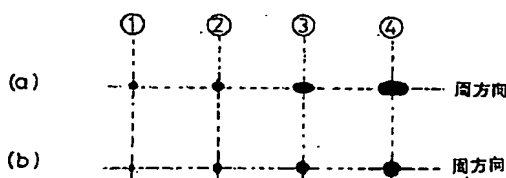
#### 【符号の説明】

- 1…連続発振型のレーザー発振器
- 2a, 2b…ビーム断面円形状の連続レーザービーム
- 2d, 2e…ビーム断面楕円形状のパルスレーザービーム
- 2f…ビーム断面楕円形状の集光ビーム
- 3…パワースタビライザ
- 4…EOMのパルス変調器
- 5…シリンドリカルレンズ光学系
- 5a…Y軸1次元のコリメータ
- 5b…X軸1次元のコリメータ
- 6…反射板
- 7…集光レンズ
- 8…ガラス基板
- 9…スピンドルモータ
- L<sub>1</sub>～L<sub>6</sub>…シリンドリカルレンズ
- f<sub>1</sub>～f<sub>6</sub>…シリンドリカルレンズの焦点距離。

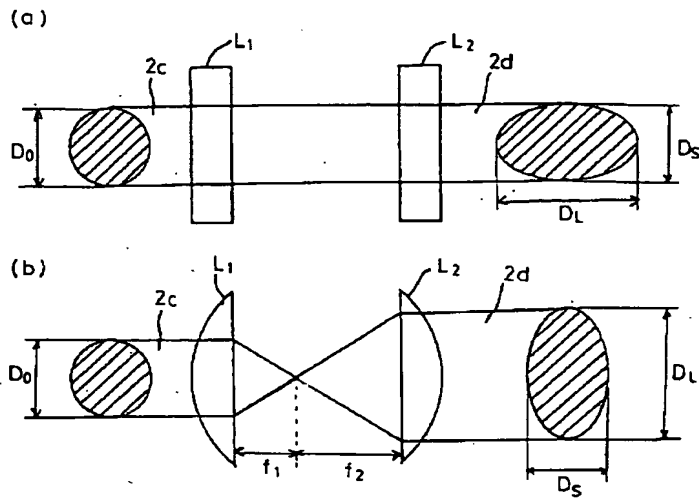
【図1】



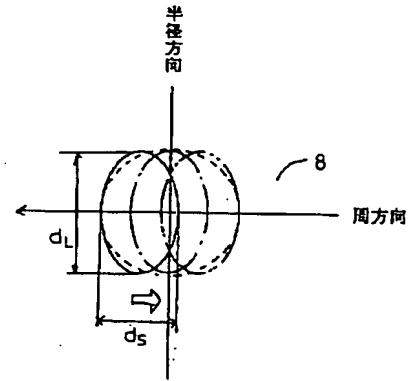
【図6】



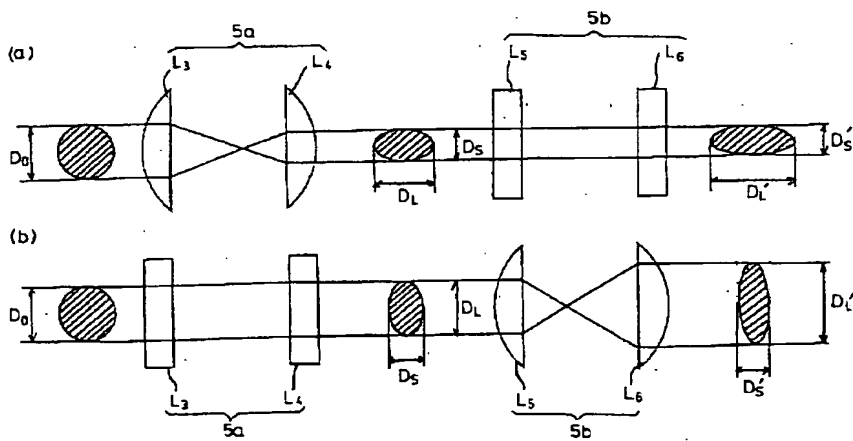
【図 2】



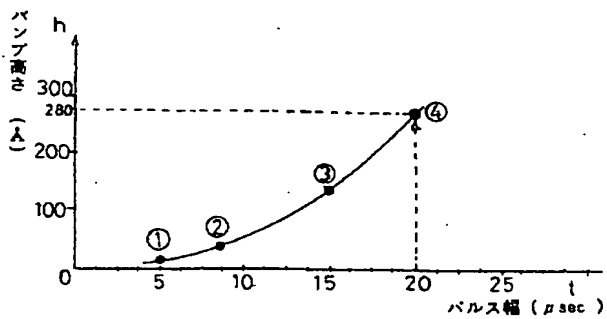
【図 3】



【図 4】



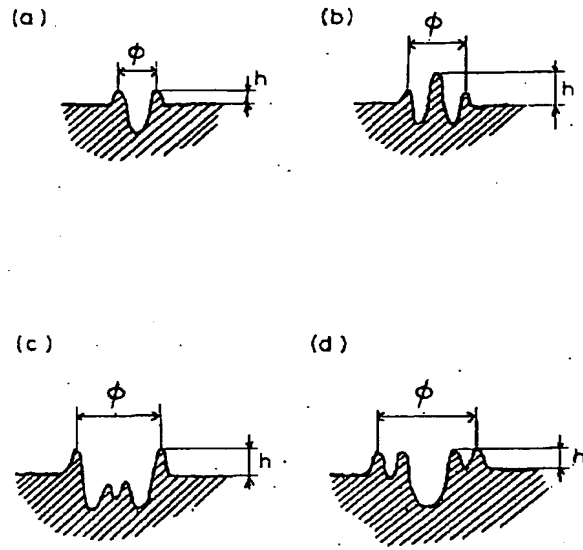
【図 5】



(9)

特開平11-213387

【図7】



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] it be the manufacture approach of the magnetic recording medium characterize by be the ellipse configuration where the exposure cross section of said condensing spot arranged the minor axis with the hoop direction of said glass substrate in the manufacture approach of a magnetic recording medium including the texture processing process which carry out a condensing spot exposure and form a bump in the front face of the glass substrate which pulse-ize the laser light of a continuous oscillation mold in an electro-optics modulation, and rotate the pulse laser beam relatively.

[Claim 2] The manufacture approach of the magnetic-recording medium characterized by for the difference of the major axis of said ellipse configuration and a minor axis being in abbreviation etc. in claim 1 by making it the product of the pulse width of said pulse laser beam, and the relative peripheral velocity in the irradiating point of said glass substrate, and having a relation.

[Claim 3] It is the manufacture approach of the magnetic-recording medium characterized by forming said condensing spot in claim 1 or claim 2 using collimated beam cross-sectional deformation optical system in the latter part of an electrooptical modulator.

[Claim 4] It is the manufacture approach of the magnetic-recording medium characterized by said collimated beam cross-sectional deformation optical system being cylindrical-lens optical system in claim 3.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the texture processing process using the laser beam for making a concave convex reflect in a medium front face about the manufacture approach of magnetic-recording media, such as a magnetic disk.

[0002]

[Description of the Prior Art] In hard disk equipment, at the time of a disk halt, a magnetic-head slider is in a contact condition in the CSS (contact start stop) field by the side of disk inner circumference, a magnetic-head slider surfaces slightly from a front face in an operation of the air film only at the time of operation, and the CSS which performs informational reading actuation or write-in actuation in the data area by the side of a disk periphery is mainly adopted. In the CSS field, since head contact-sliding-head surfacing-head contact sliding is performed repeatedly and head surfacing height needs high-speed rotation-ization of a disk, and to be reduction-ized to aim at improvement in recording density, the endurance and stability of sliding are demanded. In order to fill these demands, it ranks with the property of the protective coat on the front face of a disk, and lubricating film, and can ask for reduction-ization of coefficient of friction by the surface roughening on the front face of a disk.

[0003] The surface roughening process on this front face of a disk is called texture processing (texture ring), and gives the shape of predetermined toothing to a substrate front face. Although the aluminum substrate is generally used for the magnetic disk, in recent years, a glass substrate excellent in display flatness, rigidity, etc. is also used. In the case of an aluminum substrate, as the texture processing approach, mechanical polish is in use, but in the case of the glass substrate, the spatter technique called etching using lithography and a printing technique or a film texture is known.

[0004] Furthermore, in these days, the dry type texture in which texture processing is possible has come to occupy the mainstream without passing through wet [ above-mentioned ] or an above-mentioned complicated process process. That is, this dry type texture processing condenses a laser beam, carries out pulse irradiation of the minute spot to a substrate front face, and dissolution coagulation is carried out and it generates concave heights (bump). It is possible to acquire a bump configuration predetermined by selecting a laser kind, wavelength, a laser output, etc. according to the quality of facing of a substrate.

[0005] This laser texture processing serves as a technique very generally used for an aluminum substrate with a NiP plating coat, and can acquire various bump configurations. Drawing 7 (a) - (d) is the expanded sectional view showing the cross section of a bump configuration different, respectively. Combination, such as relative velocity of the energy density (or power density) of laser, the pulse width and wavelength of laser, a substrate, and a laser beam, can determine these bump configurations.

[0006] for example, in the case of an aluminum substrate with NiP plating covering, as processing conditions which form a bump A laser kind is Nd:YVO<sub>4</sub>. It is the Q switch pulse oscillation mold of laser. Wavelength is 1.06 micrometers. Pulse width 20 - 150 nsec (- 350ns), The diameter of a condensing spot of a laser beam is 10-30 micrometers. The pulse energy of

laser is the range of 1–10 microJ/p, pulse repetition frequency 10 – 100 KHz. the diameter  $\phi$  of a bump (in the case of drawing 7 (a), about the distance between projection top-most vertices, and drawing 7 (b) – (d), it is the distance between the projection top-most vertices of the outermost periphery) -- 5–25 micrometers it is -- As for bump height  $h$  (in the case of drawing 7 (a), about the distance of a substrate front face and projection top-most vertices, and drawing 7 (b) – (d), it is the distance of a substrate front face and the highest projection top-most vertices), a 70–1000 Å bump is usually formed.

[0007] However, when forming these bumps as a demand of high recording density and high-reliability increases in recent years, the precision demand to the variation in bump height  $h$  is increasing increasingly. The variation in this bump height  $h$  happens in a laser radiation side by the difference with the shape of front planarity delicate in a variation [ in the output of laser ], and substrate side (the constituent concentration of field granularity and a NiP plating coat, whenever [ scaling ]) etc.

[0008] usually, the peak value of the pulse laser output injected from the laser (Nd:YVO<sub>4</sub> laser, Nd: solid state laser, such as an YAG laser and Nd:YLF laser) of an above-mentioned Q switch pulse oscillation mold -- about ten -- W to several 100 W is attained to. For example, in the case of an aluminum substrate with a NiP plating coat, the diameter  $\phi$  of a bump is 10 micrometers. When performing bump formation of bump height 280 \*\*, they are laser output energy 3 microJ/p and 150 ns of pulse width. The peak value of a pulse laser output is set to 20 W. The laser radiation power density in this case is  $2.7 \times 10^7$  W/cm<sup>2</sup>. It becomes. bump (height 280 \*\*) the number formed on the CSS field of a substrate -- tens of thousands of piece -- about twenty -- it becomes 10,000 pieces and the variation in bump height  $h$  ( $\sigma/h$  and  $\sigma$  are standard deviation) also becomes 4 – 5%. In the case of the laser of a Q switch pulse oscillation mold, an average laser output has \*\*1 – 3% of variation (at the time of a 24-hour or more continuous duty) also by the high performance type. Moreover, if the number of frequency of the sampling inspection for the maintenance of periodical laser and a bump's quality control etc. is considered for management of bump height  $h$ , it is one of the factors of the cost rise on production.

[0009] On the other hand, the thin film (for example, NiP plating coat) is attached on the glass substrate, and there are a method (henceforth a laser thin film addition method) which irradiates laser and forms a bump on the coat, and a method (henceforth a laser direct processing method) which irradiates direct laser and forms a bump in a glass substrate as laser texture method to a glass substrate. Since a laser thin film addition method is almost similar to the bump formation method of the conventional NiP plating coat aluminum substrate, it is advantageous in respect of technical dependability. Moreover, a laser direct processing method is advantageous in respect of man day reduction compared with a laser thin film addition method. Hereafter, a laser direct processing method is explained.

[0010] In the laser used for a laser direct processing method, they are carbonic acid (CO<sub>2</sub>) laser, Nd:YAG laser / Nd:YVO<sub>4</sub>. There are the 2nd higher harmonic of laser / Nd:YLF laser, the 3rd higher harmonic, the 4th higher harmonic and an argon laser, and an excimer laser. The quality of the material of a glass substrate is selected so that it may be easy to absorb the above-mentioned laser light.

[0011] Especially above-mentioned CO<sub>2</sub> Each laser other than laser (wavelength of 10.6 micrometers) is light laser and ultraviolet laser, and is the wavelength region 0.532.  $\mu\text{m}$  – 0.248  $\mu\text{m}$  It is and various offers of the glass substrate which is easy to absorb laser light to this band are made by each manufacturer.

[0012] However, the laser direct processing approach to a glass substrate needs the laser output energy of several to about ten times or more compared with the case of the bump formation to an aluminum substrate with a NiP plating coat. The 2nd higher harmonic (wavelength 0.532  $\mu\text{m}$ ), the 3rd higher harmonic (wavelength 0.355  $\mu\text{m}$ ) which were mentioned above, In the case of the 4th higher harmonic (wavelength 0.266  $\mu\text{m}$ ), stable reservation of a laser output is difficult, and laser output stability gets worse, so that it becomes – (\*\*2 – 3%) (\*\*about ten%), and high order laser, and the variation in bump height  $h$  becomes large with – (\*\*5 – 7%) (\*\*about twenty%).

[0013] Moreover, in the laser direct processing approach, when using an excimer laser, the discharge excitation laser which can be used as industrial use has a problem in respect of a pulse oscillation life. that is, tens of thousands of one side piece [ of a substrate ] -- about twenty -- if it carries out from a viewpoint of making 10,000 bumps form, it cannot respond as industrial use. However, taking advantage of the advantage that the beam cross-section configuration of an excimer laser is a rectangle large area, many holes are beforehand formed in the mask and the approach of forming many bumps at once by mask projection can also be proposed. However, the present condition is that the homogeneity of laser output distribution of a rectangle cross-section beam is not conquered technically.

[0014] CO<sub>2</sub> Since it is near infrared ray laser with long wavelength (wavelength of 10.6 micrometers) in the case of laser, what the diameter of a condensing spot is small extracted for by a bump's densification and the demand of low bump height (phi10micrometer diameter of a bump) is difficult.

[0015] By the way, if bump formation is carried out by the laser of an above-mentioned Q switch pulse oscillation mold, respectively by the 2nd higher harmonic wave of Nd:YAG laser, the 3rd higher harmonic wave, and the 4th higher harmonic wave, for example in formation of the bump by the laser direct processing method to a glass substrate, it is diameter phi of bump10micrometer. The shape of a cone of 100 to 300 A bump height (letter of a projection) A bump can form. It does not become the bump configuration of the varieties like [ in the case of an aluminum substrate with a NiP plating coat ], but they are a cone-like bump and a V type hole-like bump as shows drawing 7 (a). Usually, it is the degree of freedom of processing conditions, and the point of quality, and a cone-like bump is in use. Therefore, a bump configuration shall be a cone-like unless it refuses below.

[0016] In the laser direct processing approach, after pulse-izing the laser beam of a continuous-oscillation mold with the pulse modulator of EOM (electro-optics modulation) in the case of Ar laser (wavelength 0.515 mum) which is light laser, convergent radiotherapy of the pulse laser light is carried out to a glass substrate. By this EOM method, adjustable [ of the pulse width ] can be carried out to arbitration to number 10ns-0.999sec, and it can carry out adjustable [ of the pulse repetition frequency ] to 1Hz - 10MHz of numbers. Moreover, the variation in bump height h becomes very small compared with the laser of a Q switch pulse oscillation mold. It is because laser output stability of a continuous-oscillation mold is made very small with \*\*0.2 % level. since [ furthermore, ] this EOM method is equal to a high-speed pulse oscillation -- tens of thousands of [ of a CSS field ] -- about twenty -- in texture processing which forms the as many as 10,000 numbers of bumps, shortening of floor to floor time is realizable.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the output energy of laser is needed from several times also about ten times compared with an aluminum substrate to an aluminum substrate as it mentioned above to the glass substrate, although high-speed processing was possible, high-speed processing is actually difficult. namely, the pulse laser light obtained from the laser light of a continuous-oscillation mold -- the peak value of an output -- at most -- since it is only about 2-3W, in order to actually secure the output energy of laser required for bump formation -- as pulse width -- several microsecond - about thirty-microsecond It is required and will become considerably long compared with the pulse width in the case of a Q switch pulse laser (several 10ns - a number 100ns). In order to decrease on the optical path which the horsepower output in oscillator level is about 5W, and passes an EOM modulator, a power controller, a mirror, and a condenser lens in the case of Ar laser of current industrial marketing, the effective laser output which can irradiate substantially on a glass substrate will fall even to 1-1.5W. Therefore, diameter phi of bump3micrometer When forming bump height 280 \*\*, the processing condition serves as peaking capacity 1 W and pulse width [ of 20micro ] sec, and output energy 20microJ/p.

[0018] Thus, if pulse width becomes long, the texture floor to floor time to a CSS field will become late. That is, as a result, if convergent radiotherapy of the pulse laser is carried out, while the bump forming method to a CSS field rotates a glass substrate, and the rotational speed becomes a high speed, since the distance which a substrate front face moves relatively will

become long within laser pulse width, since the unsymmetrical bump configuration of elliptical thru/or an ellipse configuration will be formed, rotational speed cannot be accelerated, therefore texture floor to floor time becomes late. For example, when the engine speed of a substrate is set to 100 RPM, the relative migration distance in a location with a radial distance [ a substrate (disk) core to ] of 20mm is about 4.2.  $\mu\text{m}$  It becomes. Here, coefficient of friction of CSS will increase that a bump configuration is an ellipse.

[0019] Then, in view of the above-mentioned trouble, in texture processing which forms a bump in a glass substrate using the pulse laser light obtained from the laser light of a continuous-oscillation mold, the technical problem of this invention has little variation in bump height, and it is to offer the manufacture approach of a magnetic-recording medium that shortening of texture floor to floor time is realizable.

[0020]

[Means for Solving the Problem] the means which this invention provide in order it solve an above-mentioned technical problem pulse - ize the laser light of a continuous oscillation mold by electro-optics modulation , and carry out that the exposure cross section of an above-mentioned condensing spot be the ellipse configuration of arrange a minor axis with the hoop direction of an above-mentioned glass substrate as a description in the manufacture approach of a magnetic recording medium including the texture processing process which carry out a condensing spot exposure and form a bump in the front face of the glass substrate which rotate the pulse laser beam relatively .

[0021] In order that a substrate may move to a hoop direction relatively within pulse width, a condensing spot will be relatively scanned temporarily in the direction of a minor axis, but since the minor axis of the exposure cross section of the condensing spot of an ellipse configuration is equal to the hoop direction of a glass substrate and a condensing spot is dragged in the direction of a minor axis in the meantime, an exposure field serves as an approximate circle configuration as a result. For this reason, it is urged to the fusion coagulation of glass material centering on the exposure field of this approximate circle configuration, and the cone-like bump of that reason and a false round shape is formed. Even if it accelerates relative rotation of a substrate by optimizing pulse width and the rate of an ellipse, without reinforcing the power density of laser, circular-ization of predetermined bump height and a bump flat-surface configuration is realizable. Shortening of texture floor to floor time can be attained, and improvement in large of productivity can be realized.

[0022] Since the exposure field of a condensing spot can be brought more close to a false circle configuration when the difference of the major axis of the above-mentioned ellipse configuration and a minor axis is in abbreviation etc. by making it the product of the pulse width of the above-mentioned pulse laser beam, and the relative peripheral velocity in the irradiating point of the above-mentioned glass base and relation is given, circular-ization of a bump flat-surface configuration becomes easy.

[0023] In order to obtain the condensing spot of this exposure cross-section ellipse, it is desirable to use collimated beam cross-sectional deformation optical system for the latter part of an electrooptical modulator. Although the condenser lens system of an astigmatism mold can also obtain the condensing spot of an exposure cross-section ellipse, adjustment of distance with a substrate or a focal distance etc. becomes complicated. If collimated beam cross-sectional deformation optical system is used, it is not necessary to change a condenser lens system, and will be useful also to easy-ization of a maintenance.

[0024] It is desirable to use the cylindrical-lens optical system of what can use the PURUZUMU system of oblique incidence, a toric lens system, etc. as collimated beam cross-sectional deformation optical system. An optical configuration is easy and can create comparatively easily the major axis and minor axis of request size of an exposure cross-section ellipse.

[0025]

[Embodiment of the Invention] The block diagram showing the laser-beam-machining equipment used for the manufacture approach of the magnetic-recording medium which drawing 1 requires for the operation gestalt of this invention, the top view showing cylindrical-lens optical system [ in / in drawing 2 (a) / the laser-beam-machining equipment ], and drawing 2 (b) are the front



views showing the cylindrical-lens optical system.

[0026] As laser-processing equipment is shown in drawing 1, the laser oscillation machine 1 of a continuous-oscillation mold (for example, Ar laser oscillation machine), The power stabilizer 3 which passes continuation laser-beam 2a of a beam cross-section circle configuration (diameter D0) injected from now on, and stabilizes a laser output, The pulse modulator 4 for pulse-izing the continuation passage beam 2b with the pulse width and pulse repetition frequency of arbitration by the electro-optics modulation (EOM), The cylindrical-lens optical system 5 for making the beam cross-section circle configuration of the pulse laser 2c deform into elliptical thru/or an ellipse configuration, The reflecting plate 6 for deflecting level injection beam 2d of the cylindrical-lens optical system 5 to a perpendicular lower part, The reflective beam 2e is condensed and it has the condenser lens 7 which carries out the spot exposure of the condensing beam 2f on the front face of the disk-like glass substrate 8 which rotates with a spindle motor 9. The condensing beam 2f exposure cross section serves as the ellipse configuration (elliptical) where the minor axis was arranged with the hoop direction of a glass substrate 8. Therefore, the major axis of the ellipse configuration is equal to radial [ of the glass base 7 ].

[0027] the cylindrical-lens optical system 5 of this example is shown in drawing 2 -- as -- incidence side cylindrical lens (cylindrical lens) L1 injection side cylindrical lens L2 parallel to this It is the collimator (beam expander) of an X-axis single dimension which changes and changes a thin collimated beam into a thick collimated beam. from -- Objective lens slack lens L1 Collimator lens slack lens L2 It is a lens L1 about the distance between lenses so that a \*\*\*\* beam of light may be formed in between. Focal distance f1 Lens L2 Focal distance f2 It is set as the sum. The extended scale factors about the beam diameter of the meridional ray (a chief ray and beam of light contained in a flat surface including an optical axis) of incident beam 2c are  $f2 / f1 (> 1)$ , and since the sagittal ray (beam of light contained in the flat surface which intersects perpendicularly with a flat surface including a chief ray and an optical axis) is equal to the bus-bar of a cylindrical lens, the extended scale factor is 1. For this reason, a injection beam 2d beam cross section serves as elliptical [ of a major axis DL (=D zero  $f2 / f1$ ) ] by the minor axis DS (= D0).

[0028] Here, generally, it sets after condenser lens passage and is the diameter d0 of a condensing spot of a laser beam. It is given by the degree type.

$d0 = (K\lambda) / D$  -- (1) In addition, K is a multimode multiplier (value decided by the property of the proper of a laser oscillation machine).

the diameter f of the laser beam before carrying out incidence of the D to a condenser lens -- the focal distance lambda of a condenser lens -- the wave length of laser light -- diameter d0 of a condensing spot of this formula to laser light It is in inverse proportion to the diameter D of the flux of light of incidence laser light. Therefore, in this example, it is set up so that the major axis of incident beam 2e of condenser lens 2e may be equal to the circumferential tangential direction of a glass substrate 8 and a set and a minor axis may be equal to radial [ of a glass substrate 8 ].

[0029] Consequently, minor axis dS of the condensing spot which irradiates a glass substrate 8 Major axis dL It is given by the degree type.

$dS = (K\lambda f1) / (D \text{ zero } f2)$  -- (2)  $dL = (K\lambda) / D0$  -- (3)

Minor axis dS of the exposure cross section of a spot condensing [ elliptical ] It will apply at the exposure termination time shown with a two-dot chain line through the time in the middle of the exposure shown with the exposure initiation point in time which the meantime and condensing spot shows as a continuous line as it is shown in drawing 3, since it is equal to the hoop direction of the glass base 8 and a substrate 8 moves to a hoop direction relatively within pulse width t to an alternate long and short dash line, and will be relatively scanned temporarily in the direction of a minor axis. Since a condensing spot is dragged in the direction of a minor axis in the meantime and an exposure field serves as an approximate circle configuration as a result, it is urged to the fusion coagulation of glass material centering on the exposure field of this approximate circle configuration, and cone-like Bengbu of that reason and a false round shape is formed.

[0030] In order to obtain the exposure field of an approximate circle configuration, when relative peripheral velocity in the spot exposure location of the glass base 8 is set to V, it is desirable to satisfy a degree type.

$V_t = dL - dS$  -- (4) Here,  $V_t$  is relative movement distance, i.e., the drag die length of a condensing spot, and is  $dL - dS$ . It is the difference of a major axis and a minor axis. In addition, in a CSS field (substrate inner circumference side field), it can be considered that peripheral velocity V is abbreviation regularity.

[0031] When the drag die length of a condensing spot exceeds a minor axis, the condensing spot at the exposure initiation time and the condensing spot at the exposure termination time stop lapping, and it is hard coming to concentrate the power density of laser on glass material densely. In this case, it is necessary to hold down the drag die length  $V_t$  to under a minor axis, and, in this case, a degree type is materialized.

[0032]

$dL - dS < dS$  -- (5) Therefore, the rate of an ellipse (ovality) =  $f_2 / f_1$  It can also be said that it is effective to hold down to one to less than two.

[0033] Moreover, among the condensing spot size of laser light, since the power density of a core becomes low at the maximum, if power density of a core is strengthened as much as possible among the exposure fields of an approximate circle configuration, the cone-like bump of the shape of a perfect circle with little distortion will tend to get a periphery. If the core of the condensing spot at the exposure initiation time is settled around the condensing spot at the exposure termination time in this case, power density of the core of the exposure field of an approximate circle configuration can be strengthened.

[0034] In this case, a degree type is materialized.

[0035]

$dL - dS < dS / 2$  -- (6) Therefore, the rate of an ellipse (ovality) =  $f_2 / f_1$  It can also be said that it is effective to hold down to one to less than 3/2.

[0036] The top view showing another cylindrical-lens optical system [ in / in drawing 4 (a) / laser-processing equipment ] and drawing 4 (a) are the front views showing the cylindrical-lens optical system.

[0037] This cylindrical-lens optical system consists of collimator of 1-dimensional Y-axis 5a, and collimator of the 1-dimensional X-axis 5b. collimator of 1-dimensional Y-axis 5a -- incidence side cylindrical lens L3 Injection side cylindrical lens L4 parallel to this from -- changing -- lens L3 Lens L4 in between, a \*\*\*\* beam of light is formed -- as -- the distance between lenses -- lens L3 Focal distance  $f_3$  Lens L4 Focal distance  $f_4$  It is set as the sum. The extended scale factors about the beam diameter of the MERIJIONRU beam of light of incident beam 2c are  $f_4 / f_3 (< 1)$ , and the extended scale factor of a sagittal ray is 1. for this reason, the beam cross section of the injection beam of collimator 5a of a 1-dimensional Y-axis -- minor axis DS of Y shaft orientations D zero  $f_4 / f_3$  it is -- major axis DL of X shaft orientations D0 it is -- it becomes elliptical.

[0038] moreover, collimator of the 1-dimensional X-axis 5b -- injection side cylindrical lens L4 of collimator of 1-dimensional Y-axis 5a Incidence side cylindrical lens L5 which intersects perpendicularly injection side SHIRINDO lei cull lens L6 parallel to this from -- changing -- lens L5 Lens L6 in between, a \*\*\*\* beam of light is formed -- as -- the distance between lenses -- lens L5 A focal distance  $f_5$  and lens L6 Focal distance  $f_6$  It is set as the sum. Lens L5 The extended scale factors about the beam diameter of the MERIJIONRU beam of light of an incident beam are  $f_6 / f_5 (> 1)$ , and the extended scale factor of a sagittal ray is 1.

[0039] consequently, a injection beam 2d [ from collimator of the 1-dimensional X-axis 5b ] beam cross section -- minor-axis DS ' of Y shaft orientations -- D zero  $f_4 / f_3$  it is -- major-axis DL ' of X shaft orientations -- D0  $f_6 / f_5$  it is -- it becomes elliptical. therefore, the rate of an ellipse elliptical [ this ] --  $f_3 f_6 / f_4 f_5$  it is . If such cylindrical-lens optical system is used, the size of both minor axis and major axis can be deformed, and it will be easy to select the diameter of an optimal ellipse.

[0040] Although injection beam 2d is reflected with a reflecting plate 6, a condenser lens 7 is passed and the condensing spot of 2f of the condensing bundle is irradiated by the glass base 7,

the minor axis of a condensing spot is equal to the hoop direction of a substrate, and the major axis is equal to radial.

[0041] According to the cylindrical-lens optical system of drawing 4, minor-axis  $dS'$  and major-axis  $dL'$  of a condensing spot which irradiate a glass substrate 8 are given by the degree type.  $dS' = (K\lambda f_5)/(D_0 f_6) \text{ -- (7)}$   $dL' = (K\lambda f_3)/(D_0 f_4) \text{ -- (8)}$

Since minor-axis  $dS'$  of a condensing elliptical spot is equal to the hoop direction of the glass base 8 and it becomes the exposure field of an approximate circle configuration as a result even if a condensing spot is dragged in the direction of a minor axis as mentioned above, it is urged to the fusion coagulation of glass focusing on this, and cone-like Bengbu of a false circle configuration is formed.

[0042] Drawing 5 is a graph which shows the relation between the pulse width (time amount per one pulse) of the laser pulse-ized with the EOM modulator, and cone-like Bengbu height  $h$  formed at this time.

[0043] As shown in this drawing, bump height  $h$  is dependent on a laser power consistency, and it is 5microsec of \*\* plot of laser radiation time amount, i.e., pulse width,  $t$ . If it becomes above, it will be gradually formed highly by the increment in monotone. Therefore, since it is decided by pulse width  $t$  that bump height  $h$  will be an abbreviation reason target, the variation in bump height  $h$  can be suppressed. bump height  $h$  needed -- about 280 \*\* of \*\* plot -- it is -- optimal pulse width  $t$  -- 20microsec it is .

[0044] Drawing 6 is the top view showing the Bengbu configuration in which it is formed at the time of changing pulse width, the (a) shows transition of the Bengbu configuration by the conventional laser radiation method do not use the cylindrical-lens optical system 5, and the (b) shows transition of the Bengbu configuration by the laser radiation method of this operation gestalt for having used the cylindrical-lens optical system 5.

[0045] 5microsec of \*\* plot of pulse width  $t$  by the conventional irradiating method from -- 9microsec of \*\* plot In between It is 15microsec of \*\* plot of pulse width  $t$  to Bengbu height  $h$  remaining in about 50A or less, although the bump of a flat-surface approximate circle configuration is formed. If it becomes above, although Bengbu height  $h$  will become high, the bump is the ellipse prolonged in the hoop direction, or a truck-like ellipse configuration. Therefore, with the conventional irradiating method, it is pulse width sec of 20micro. Unless it is necessary to reduce the rotational speed of a glass substrate and to set it as a low speed and a laser power consistency is reinforced in order to form the bump of a flat-surface circle configuration so that bump height  $h$  may become about 280 \*\*, high-speed rotation of a glass substrate is theoretically impossible.

[0046] on the other hand, the method of irradiating this example -- setting -- 5microsec of \*\* plot of pulse width  $t$  from -- 15microsec of \*\* plot In between The major axis of a condensing spot cross section is equal to radial, and since the drag die length of a condensing spot is insufficient within the pulse width, while an abbreviation elliptical bump is formed, a flat surface since the laser power consistency is still low -- about -- becoming below 150 \*\* -- receiving -- 20microsec of \*\* plot of pulse width  $t$  the neighborhood -- drag die length -- the need -- while becoming enough and forming the bump of a flat-surface approximate circle configuration, it is sufficient also for a laser power consistency, and Bengbu height  $h$  becomes about 280 \*\*. Therefore, high-speed rotation of a glass substrate is attained by this irradiating method, without reinforcing a laser power consistency.

[0047] Hereafter, it explains using a concrete numeric value. the case where a bump is formed in a CSS field -- the peripheral velocity of 125.6mm in a location with a radius [ engine-speed 100 RPM of a glass substrate, and a substrate (disk) core to ] of 20mm / sec, and pulse width sec of  $t = 20\text{micro}$  then, the relative migration distance (drag die length)  $Vt$  -- about 4.2  $\mu\text{m}$  it is . for example, the case of the bump formation by the conventional irradiating method -- the diameter of a bump per one pulse in the time of a halt (at the time of nonrotation) -- 10 micrometers it is -- if -- Bengbu formed of the substrate rotation by rotational frequency 100 RPM -- width of face (minor axis) -- 10 micrometers it is -- die length (major axis) -- 14.2 micrometers It becomes elliptical. on the other hand, the case where the condensing spot of the ellipse cross section which arranged the minor axis with the hoop direction according to the cylindrical-lens

optical system 5 is irradiated in this irradiating method -- the major axis of the diameter of a bump per one pulse in the time of a halt (at the time of nonrotation) -- 10 micrometers \*\* -- carrying out -- the minor axis -- 5.8  $\mu\text{m}$  then, width of face -- 10 micrometers die length -- 10 micrometers The bump of a false circle configuration is formed.

[0048] It is  $\phi 10\mu\text{m}$  with the conventional irradiating method. If a substrate rotational frequency is sharply made low, for example, it is made 25RPM when forming a bump, the drag die length  $V_t$  will be about 1.1.  $\mu\text{m}$  Since it becomes small, the bump of an abbreviation false circle configuration can be formed. However, it is the number of trucks of a CSS field, for example 100 Although texture floor to floor time becomes for about 4 minutes and is inferior to productivity when it carries out, by the processing approach including this irradiating method, it ends in about 1 minute and productivity can be improved sharply. Especially, in this example, since productivity is raised, the rotational speed of a substrate is accelerable. What is necessary is to proportion the rate of an ellipse in rotational speed, and just to enlarge it in that case.

[0049]

[Effect of the Invention] As explained above, since this invention is characterized by the point which makes the exposure cross section of a condensing spot the ellipse configuration where the minor axis was beforehand arranged with the hoop direction of a glass substrate, it does the following effectiveness so.

[0050] \*\* Since the minor axis of the exposure cross section of the condensing spot of an ellipse configuration is equal to the hoop direction of a glass substrate and a condensing spot is dragged in the direction of a minor axis in the meantime, an exposure field serves as an approximate circle configuration as a result. For this reason, it is urged to the fusion coagulation of glass material centering on the exposure field of this approximate circle configuration, and the cone-like bump of that reason and a false round shape is formed. Even if it accelerates relative rotation of a substrate by optimizing pulse width and the rate of an ellipse, without reinforcing the power density of laser, circular-ization of predetermined bump height and a bump flat-surface configuration is realizable. Shortening of texture floor to floor time can be attained, and improvement in large of productivity can be realized.

[0051] \*\* the difference of the major axis of an ellipse configuration, and a minor axis -- the product of the pulse width of a pulse laser beam, and the relative peripheral velocity in the irradiating point of a glass base -- abbreviation -- the case where equal relation is given -- the exposure field of a condensing spot -- more -- false -- since it can bring close circularly, circular-ization of a bump flat-surface configuration becomes easy.

[0052] \*\* If collimated beam cross-sectional deformation optical system is used for obtaining the condensing spot of an exposure cross-section ellipse, it is not necessary to change a condenser lens system, and will be useful to easy-ization of a maintenance.

[0053] \*\* When using cylindrical-lens optical system as collimated beam cross-sectional deformation optical system, an optical configuration is easy and can create comparatively easily the major axis and minor axis of request size of an exposure cross-section ellipse.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the laser-beam-machining equipment used for the manufacture approach of the magnetic-recording medium concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The top view showing the cylindrical-lens optical system in the laser-processing equipment which shows (a) to drawing 1 , and (b) are the front views showing the cylindrical-lens optical system.

[Drawing 3] In this operation gestalt, it is the conceptual diagram showing the exposure process of a condensing spot over a substrate front face.

[Drawing 4] The top view showing another cylindrical-lens optical system in the laser-processing equipment which shows (a) to drawing 1 , and (b) are the front views showing the cylindrical-lens optical system.

[Drawing 5] In this operation gestalt, it is the graph which shows the relation between the pulse width of the pulse laser pulse-ized by EOM, and the cone-like Bengbu height formed at this time.

[Drawing 6] It is the top view showing transition of the Bengbu configuration in which it is formed at the time of changing pulse width, and the (a) shows transition of the Bengbu configuration by the conventional laser radiation method do not use cylindrical-lens optical system, and the (b) shows transition of the Bengbu configuration by the laser radiation method of this operation gestalt for having used cylindrical-lens optical system.

[Drawing 7] (a) - (d) is the expanded sectional view showing various bump configurations acquired by laser texture processing in an aluminum substrate with a NiP plating coat.

### [Description of Notations]

- 1 -- Laser oscillation machine of a continuous-oscillation mold
- 2a, 2b -- Continuation laser beam of a beam cross-section circle configuration
- 2d, 2e -- Beam cross-section elliptical pulse laser beam
- 2f -- Condensing beam cross-section elliptical beam
- 3 -- Power stabilizer
- 4 -- Pulse modulator of EOM
- 5 -- Cylindrical-lens optical system
- 5a -- Collimator of a 1-dimensional Y-axis
- 5b -- Collimator of the 1-dimensional X-axis
- 6 -- Reflecting plate
- 7 -- Condenser lens
- 8 -- Glass substrate
- 9 -- Spindle motor
- L1 - L6 -- Cylindrical lens
- f1 -f6 -- Focal distance of a cylindrical lens.

---

[Translation done.]